

А. С. Рыжкова, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СНИЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОРСКОМ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ

The article analyzes possible methods of reclamation of oil contaminated lands and the decrease of the hazard class of a part of industrial waste at the Orsk oil refinery.

В настоящее время на территориях нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) России в год образовывается около 2,5 млн тонн отходов, что составляет 1,4 % от переработанной нефти. На каждые 1000 м³ очищенных общезаводских сточных вод образуется 3,0–3,5 м³ нефтешламов, 3,2–3,5 м³ избыточного активного ила влажностью 97 %. На Российских НПЗ нефтесодержащие отходы накапливаются, в основном, на территориях заводов в шламо- и илонакопителях, где они при хранении разделяются на эмульсионные шламы (верхний слой), обогащенные нефтепродуктами до 60 %, промежуточный слой – с большим содержанием воды до 95 % масс, и донные шламы, где сконцентрированы механические примеси (более 10 % масс).

Особую опасность сегодня представляют районы, где история действия НПЗ насчитывает полувековую историю и более. Всяческие утечки и аварийные выбросы в районе таких предприятий поспособствовали глубокому проникновению загрязняющих веществ в почву.

До настоящего времени на ряде НПЗ остается актуальной проблема ликвидации шламонакопителей и иловых карт, которые также представляют серьезную опасность для окружающей среды.

Еще одним осложняющим фактором при эксплуатации НПЗ является их местонахождение в черте населенных пунктов. В этом случае негативное воздействие прямым образом влияет не только на экологическую обстановку, но и на здоровье населения. Осложняется ситуация еще и тем, что большинство предприятий по переработке нефти, построенных в советскую эпоху,

расположены недалеко от рек, которые использовались, как источники для снабжения водой.

Решение имеющихся проблем загрязнения может быть связано, как с внедрением технических мероприятий по очистке, так и с мероприятиями, исключающими попадание вредных веществ в окружающую среду. В итоге должен быть разработан комплекс мероприятий по осуществлению очистных и восстановительных работ на загрязненной территории.

Орский нефтеперерабатывающий завод является крупным предприятием нефтепромышленного комплекса. На предприятии большое внимание уделяется вопросам обеспечения экологической безопасности. Ежегодно на природоохранные мероприятия выделяются существенные средства: 2010 г. – 13 млн руб., 2013 г. – 43 млн руб., 2015 г. – 95 млн руб.

Большой экологической проблемой для предприятия являлось наличие твердых отходов складированных на территории, относящейся к нему промышленной свалки. Площадка, где складировются отходы отработанной отбеливающей глины, расположена в 5 км севернее поселка Победа на территории совхоза «Первомайский» и представляет собой отчужденные огражденные территории, площадью 6 га. Площадь, отведенная под утилизируемые отходы, содержащие сырую нефть и нефтепродукты, составляет 13,5 га, общая площадь промышленной свалки – 35,4 га.

Микрорельеф площадки сильно выхолмленный. В центральной части площадки с северо-востока на юго-запад пересекает наиболее глубокая балка (тальвег ручья Казак-Чекан) с несколькими ручейками с временным паводковыми поверхностными водотоками.

На площадке складировано более 700000 тонн отработанной отбеливающей глины, которая использовалась в качестве адсорбента в процессе контактной доочистки базовых масел на установках 42-1, 42-2. Отбеливающая глина насыщена смолистыми соединениями и полициклическими ароматическими углеводородами.

Отработанная отбеливающая земля является загрязняющим агентом окружающей среды, процесс её самоочищения лимитируется высокой концентрацией загрязнителя и недостатком биогенных элементов.

Таким образом, над предприятием нависла угроза в начислении штрафов за вред, нанесенный только почвам, в размере 81 млн рублей.

Цель проведенного исследования – снижение степени загрязнения нефтепродуктами рекультивируемых земель и класса опасности части отходов промышленного производства.

Выбор метода. Для осуществления данного проекта был применен метод биологической рекультивации. Биологическая рекультивация заключается в восстановлении и повышении плодородия почв за счет повышения специальных агротехнических мероприятий и внесения удобрений с учетом вновь сложившихся топографических, почвенных и гидрогеологических условий.

Биорекультивация – это многостадийный биотехнический процесс, включающий в себя как физико-химические методы детоксикации загрязнителя с применением органических и минеральных реагентов, так и использование биопрепаратов.

Были рассмотрены следующие предлагаемые методы.

1. Биологический метод Института биологии Уфимского научного центра РАН (биореагент «Ленойл»). Сущность технологии заключается в интродукции в загрязненную нефтепродуктами землю микроорганизмов с последующей стимуляцией процессов деструкции нефтепродуктов внесением высокоокисленных минеральных соединений и реагентов и включает в себя проведение агротехнических мероприятий.

2. Технология с использованием ферментной композиции *НС-Zyme*, предлагаемая производственно-коммерческой фирмой «Мегалкжс» (г. Сочи). Данная технология предусматривает использование биокатализаторов, стимулирующих рост природных бактериальных популяций, способных

расщеплять сложные нефтяные соединения с последующей их трансформацией и минерализацией.

3. Метод с комплексной биотехнологией «*CjibieKc*» ЗАО «Полиинформ» (г. Санкт-Петербург) заключается во внесении минеральных соединений и реагентов.

4. Метод с использованием препарата «Деворойл» научно-производственной фирмы «Экобиос» (г. Оренбург) похож на метод с применением *НС-Zyme* (г. Сочи). Сравнение стоимости рассматриваемых методов представлено на рисунке 1.

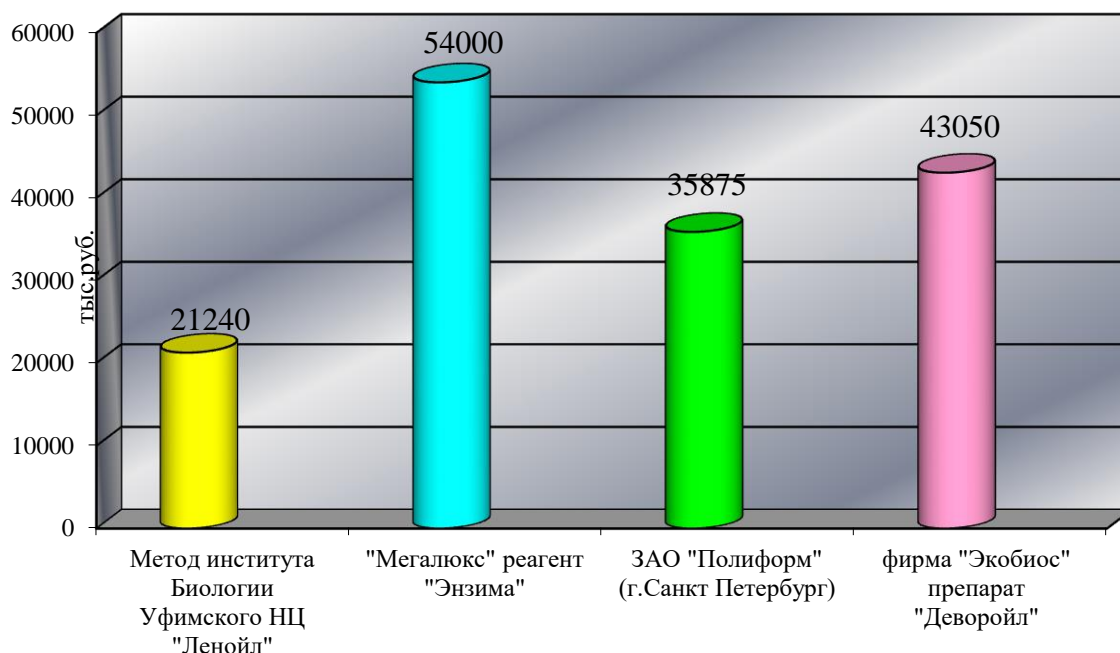


Рис. 1. Сравнение стоимости рассматриваемых методов

По результатам испытаний был выбран метод института Биологии Уфимского научного центра РАН, как наиболее эффективный и дешевый. Услуги последних трех фирм отклонены из-за дороговизны предлагаемых методов и ограниченности услуг с их стороны.

Проведение работ. Высокое загрязнение грунта нефтепродуктами (более 20 % масс) может быть ликвидировано путем использования микробиологического метода рекультивации, основанного на использовании биопрепарата «Ленойл», созданного на основе природных штампов *Bacillus brevis* и *Arthrobacter sp.* – деструкторов нефти, а также активизации процессов

самоочищения агротехническими приемами: внесением удобрений, поверхностной обработкой и глубоким рыхлением и т. д.

Для проведения мероприятий были выбраны 3 участка. Два участка – на территории отвалов, третий на специально подобранной площадке в 1,5 км от территории отвалов, рядом со складированными отходами биологических очистных сооружений – избыточным активным илом, что и явилось существенным фактором в выборе данного участка. Для обеспечения повышенной эффективности процесса биodeградации нефтепродуктов вводится препарат «Ленойл» в кол-ве 3–5 % масс по отношению к загрязненному отходу.

После механического этапа работ и внесения необходимых удобрений с заделкой в грунт мотокультиватором внесение биопрепарата «Ленойл» производилось методом дождевания, обеспечивая равномерное распределение биопрепарата по площадке.

Эффективность действия препарата по показателю остаточного содержания нефти составила 85 % при 10 % загрязнении и 45 % при 30 % через 2 месяца рекультивации.

Среднее содержание нефтепродуктов в почве показано в таблице и на рисунке 2.

Таблица

Среднее содержание нефтепродуктов в почве, %

Точка отбора проб	Ед. изм.	Концентрация нефтепродуктов в грунте по дате отбора				
		11.06.	25.06.	30.07.	20.08.	17.09.
Среднее значение концентрации н/п в грунте	%	20,92	18,8	14,57	10,9	6,08

На третьей площадке углеводородокисляющие бактерии содержатся в активном иле и требовалось только внесение удобрений и биодобавок, способствующих их активизации и развитию. После завершения механического этапа работ и внесения удобрений на данной площадке требовался только регулярный полив водой.

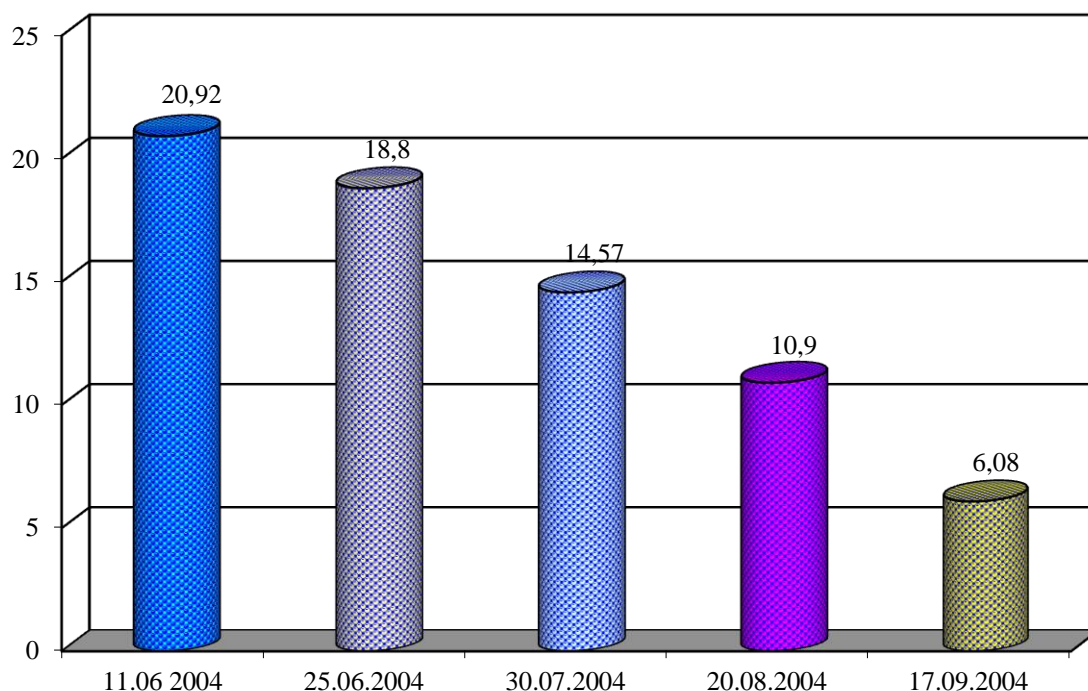


Рис. 2. Среднее содержание нефтепродуктов в почве (усредненная проба, %)

Внесение азотных (N) и фосфорных (P) минеральных удобрений высокоэффективно для стимулирования биоразложения углеводородов нефти, включая такие трудно разлагаемые соединения, как тяжелые полициклические фракции нефтепродуктов. Причем, внесение минеральных удобрений стимулирует разложение наиболее легко поддающихся разложению легких (до C_{12}) углеводородов. Для эффективного разложения нефтепродуктов и развития углеводородокисляющих бактерий необходимо внесение минеральных удобрений обеспечивающих содержание основных элементов питания, таких как азот, фосфор, калий в соотношении 1:0,4:0,2 на единицу углерода.

При благоприятном водно-воздушном тепловом режиме легко усваиваемые N, P и K быстро потребляются микроорганизмами и через 2–3 недели элементы минерального питания могут снова лимитировать биodeградацию нефти. Внесение удобрения желательно производить дробно, в 3–4 приема за полевой сезон, с учетом проводимых анализов, корректируя содержание N, P, K, Na в грунте.

Внесение биодобавок в загрязненный нефтепродуктами грунт стимулирует активность почвенной микрофлоры. Положительным является внесение органических субстратов, таких как избыточный активный ил. Биологическая активность активного ила объясняется высоким содержанием аборигенных форм углеводородокисляющих микроорганизмов, численность которых в них на порядок выше по сравнению с минеральными почвами. Микрофлора активного ила обладает более сильной деструкционной функцией.

Суть биоактивации активного ила заключается в увеличении численности и активности аборигенной микрофлоры с помощью специальной обработки и внесения определенных добавок в используемый субстрат.

Вода необходима для микробиологического разложения нефти и нефтепродуктов. Но избыток воды в почве ограничивает скорость поступления кислорода в зону окисления, при увлажнении почвы на 10 % ее полной влагоемкости уже возможно микробиологическое окисление, но оптимальным для биодеградация нефти считается содержание воды в почве от 50 до 80 % полной влагоемкости.

Полное заполнение капилляров, трещин и корневых ходов водой ограничивает поступление кислорода попаданию подповерхностных слоев. В этих условиях, очищение почвы грунта идет не только в тонком поверхностном слое. Разложение нефти и нефтепродуктов требует значительного количества кислорода. Для полного окисления 1 г. насыщенного углеводорода используется от 3 до 4 г. свободного кислорода.

Таким образом, проведенные мероприятия имеют высокую эколого-экономическую эффективность, т. к. эффект от реализации значительно превышает затраты.